

令和 8 年度 専攻科入学者選抜学力検査問題

〔 100点
90分 〕

専門科目 (創造工学専攻電気情報工学コース)

注意事項

1. 問題用紙は指示があるまで開かないこと。
2. 問題用紙は 1 ページから 3 ページまでである。
検査開始の合図のあとで確かめること。
3. 解答は、すべて解答用紙に記入すること。
4. 解答用紙の得点欄には記入しないこと。

問題 1

真空中において、図 1.1 のような半径 a [m] の円周上に、次式で表される線電荷密度 $\lambda(\theta)$ の電荷が分布している。ただし、 λ_0 は定数であり、 $0 \leq \theta \leq 2\pi$ とする。誘電率を ϵ_0 [F/m] として、以下の問いに答えよ。

$$\lambda(\theta) = \lambda_0 |\sin \theta| \text{ [C/m]}$$

- (1) 円周上の線電荷密度 $\lambda(\theta)$ が最大となる点の θ を答えよ。
- (2) $\theta = \theta$ において微小角度 $d\theta$ で描かれる、円周上の微小線分 dl が $dl = a d\theta$ であることを考慮して、 dl 上に含まれる微小な電荷量 dq を表せ。
- (3) 円周にある全電荷量 q を求めよ。
- (4) 円周に対する中心軸 (z 軸) 上で、円の中心から z ($0 \leq z$) だけ離れた点 P における電位 V を求めよ。
- (5) 上と同じ点 P における電界の大きさ E と方向を求めよ。
- (6) 上で求めた電界 E が最大となるときの z を求めよ。

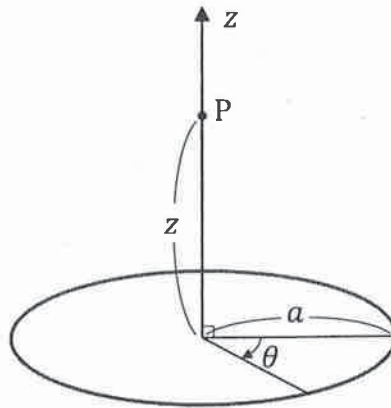


図 1.1 : 円周上の分布電荷

問題2

図2.1に示す共振回路において、電流源 $i(t)$ [A]の角周波数を ω_1 , ω_2 [rad/s]に設定したとき、電源から見た回路のアドミタンスの大きさが等しくなった。また、角周波数 ω_1 , ω_2 は $\omega_1 > 0$, $\omega_2 > 0$, $\omega_1 \neq \omega_2$ を満足している。このときの ω_1 と ω_2 の関係式を導出せよ。ただし、 t は時刻[s], $G > 0$ はコンダクタンス[S], $C > 0$ はキャパシタンス[F], $L > 0$ はインダクタンス[H]である。

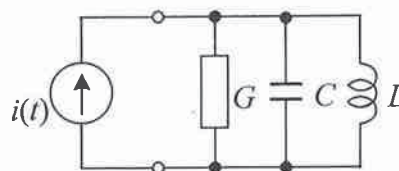


図2.1：共振回路

問題3

次式に示す電流源 $i(t)$ [A]をRC並列回路に入力した。以下の問いに答えよ。

ただし、キャパシタの初期電荷はないものとし、 t は時刻[s], $R > 0$ は抵抗[Ω], $C > 0$ はキャパシタンス[F]として算出せよ。

$$i(t) = \begin{cases} \sin t; & 0 \leq t < \pi \\ 0; & t \geq \pi \end{cases}$$

- (1) 電流 $i(t)$ のラプラス変換後の関数 $I(s)$ を求めよ。
- (2) 電源両端の電圧の時間応答 $v(t)$ [V]を求めよ。

ただし、 $0 \leq t < \pi$ と $t \geq \pi$ の時間で場合分けをして電圧 $v(t)$ を表現すること。

問題 4

2つの n ビット符号付2進数をそれぞれ $(A_{n-1}A_{n-2}\cdots A_0)_2$ 及び $(B_{n-1}B_{n-2}\cdots B_0)_2$ と表す。ここで、 $A_{n-1}, A_{n-2}, \dots, A_0, B_{n-1}, B_{n-2}, \dots, B_1$, 及び B_0 は論理変数である。 $n=3$ の場合の一例として、 $(A_2A_1A_0)_2=010$ ならば、 $A_2=0, A_1=1$, かつ $A_0=0$ である。以下の問いに答えよ。

- (1) n ビット符号付2進数で表現できる整数値の最小値を、 n を用いて10進数で答えよ。
- (2) n ビット符号付2進数で表現できる整数値の最大値を、 n を用いて10進数で答えよ。
- (3) $n=2$ の場合において、 $(A_1A_0)_2$ 及び $(B_1B_0)_2$ を10進数に変換したときの値をそれぞれ $(a)_{10}$ 及び $(b)_{10}$ と表す。 $(A_1A_0)_2$ 及び $(B_1B_0)_2$ を入力したとき、 $(a)_{10} > (b)_{10}$ ならば $X=1$, それ以外では $X=0$ を出力する論理回路を考える。この論理回路の真理値表を示せ。
- (4) 前問(3)の論理回路の出力 X の論理式を、最も文字数の少ない加法形（最簡単加法形）で求めよ。

- (5) $(A_{n-1}A_{n-2}\cdots A_0)_2$ と $(B_{n-1}B_{n-2}\cdots B_0)_2$ を加算した結果の下位 n ビットを $(S_{n-1}S_{n-2}\cdots S_0)_2$ と定義する。ここで、 $S_{n-1}, S_{n-2}, \dots, S_1$, 及び S_0 は論理変数である。図 4.1 に示すように、加算結果 $(S_{n-1}S_{n-2}\cdots S_0)_2$ がオーバーフローしているならば $Y=1$, それ以外では $Y=0$ を出力するオーバーフロー検査のための論理回路を考える。ただし、この回路の入力は S_{n-1}, A_{n-1} , 及び B_{n-1} のみとする。この論理回路の出力 Y の論理式を、最も文字数の少ない加法形（最簡単加法形）で求めよ。

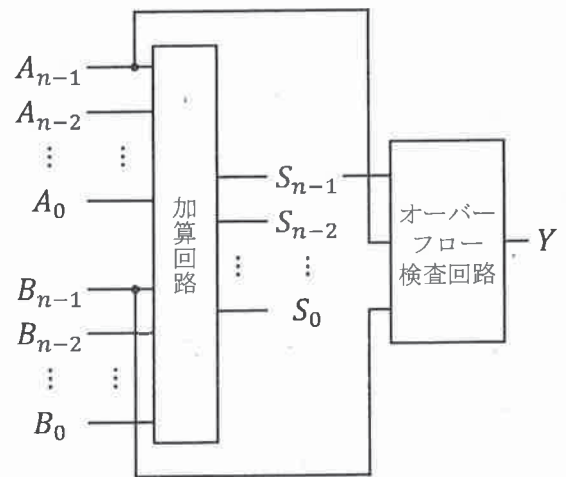


図 4.1 : 加算回路とオーバーフロー検査回路

問題 5

図 5.1 及び図 5.2 はそれぞれ RS 型フリップフロップ (RS-FF) 及び JK 型フリップフロップ (JK-FF) である。ここで、RS-FF の S 入力及び R 入力をそれぞれ S 及び R という論理変数で表し、JK-FF の J 入力及び K 入力をそれぞれ J 及び K という論理変数で表している。また、各フリップフロップの Q 出力を Q という論理変数で表している。さらに、現在の Q に対して、入力に変化した後の新しい Q 出力を Q^+ という論理変数で表す。以下の問いに答えよ。

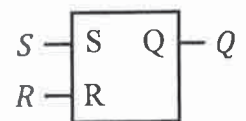


図 5.1 : RS-FF

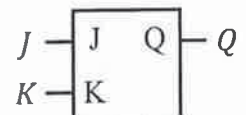


図 5.2 : JK-FF

- (1) RS-FF の真理値表を示せ。但し、表中に禁止入力（ドントケア）が存在する場合は、これを X という記号で表すこと。
- (2) JK-FF の真理値表を示せ。但し、表中に禁止入力（ドントケア）が存在する場合は、これを X という記号で表すこと。
- (3) RS-FF を用いて JK-FF を設計したときの、S の論理式を、最も文字数の少ない加法形（最簡単加法形）で求めよ。